

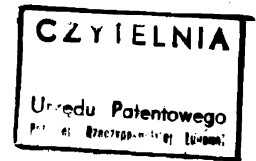
POLSKA  
RZECZPOSPOLITA  
LUDOWA



URZĄD  
PATENTOWY  
PRL

# OPIS PATENTOWY

136 932



Int. Cl.<sup>3</sup> A61B 10/00  
A61B 5/02

Patent dodatkowy  
do patentu nr \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 82 11 18 (P. 239097)

Pierwszeństwo: \_\_\_\_\_

Zgłoszenie ogłoszono: 84 12 03

Opis patentowy opublikowano: 1986 11 15

Twórcy wynalazku: Leszek Filipczyński, Paweł Karłowicz, Andrzej Nowicki

Uprawniony z patentu: Polska Akademia Nauk, Instytut Podstawowych Problemów Techniki, Warszawa (Polska)

## Sposób i urządzenie do rozpoznania zaburzenia przepływu cieczy, zwłaszcza krwi

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób rozpoznania zaburzenia przepływu cieczy, zwłaszcza krwi w naczyniach krwionośnych oraz urządzenie do rozpoznania zaburzenia przepływu cieczy.

W badaniach przepływu krwi przez naczynia krwionośne lub przez serce bardzo istotne jest stwierdzenie, czy przepływ odbiega od przepływu laminarnego i czy nie jest zaburzony np. przez zawężenie naczynia. Rozpoznanie takiego zaburzenia w przepływie krwi ma podstawowe znaczenie diagnostyczne.

Do pomiaru prędkości przepływu krwi stosuje się znane ultradźwiękowe urządzenie dopplerowskie oparte na zasadzie zjawiska Dopplera. Fala ultradźwiękowa, wysłana w kierunku naczynia krwionośnego odbija się na ciałkach płynącej krwi. Na skutek zjawiska Dopplera częstotliwość fali odbitej zmienia się względem częstotliwości fali wysłanej. Zmiana ta, zwana częstotliwością dopplerowską, jest proporcjonalna do prędkości płynącej krwi. Ponieważ prędkość krwi w przekroju naczynia jest różna, otrzymuje się w rezultacie nie jedną częstotliwość dopplerowską lecz ich szereg, tworzący widmo częstotliwości dopplerowskich. W przypadku przepływu laminarnego wektory prędkości poszczególnych strug cieczy są równoległe i widmo częstotliwości dopplerowskich jest skupione wokół częstotliwości średniej.

W przypadku przepływu zaburzonego rozkładu prędkości w naczyniu zmienia się w zasadniczy

2

sposób. Oprócz składowych prędkości skierowanych w kierunku przepływu krwi występują dodatkowe składowe skierowane w różnych kierunkach, na skutek powstających zawirowań.

Znanym sposobem rozpoznania zaburzenia w przepływie krwi jest analiza widmowa widma częstotliwości dopplerowskich. Jest to jednak metoda droga, nie pozwalająca zawsze na rozpoznanie zaburzenia w czasie rzeczywistym, to znaczy w czasie dokonywania pomiaru przepływu krwi. Ponadto uzyskiwana dokumentacja w postaci fotografii widma jest uciążliwa, wymaga dodatkowych manipulacji związanych z fotografowaniem ekranu analizatora, obróbki fotograficznej i nie jest metodą czasu rzeczywistego.

Zgodnie z wynalazkiem sposób rozpoznania zaburzenia przepływu cieczy na podstawie widma częstotliwości uzyskanego z ultradźwiękowego urządzenia dopplerowskiego polega na tym, że wytwarza się sygnał napięciowy lub prądowy odpowiadający odwrotności najkrótszych odcinków czasowych przejść częstotliwości dopplerowskich przez poziom zerowy, po czym znajduje się różnicę lub iloraz pomiędzy wartością tego sygnału oraz jednocześnie wytworzonego sygnału napięciowego lub prądowego odpowiadającego średniej częstotliwości dopplerowskiej.

Urządzenie do rozpoznania zaburzenia przepływu cieczy, zwłaszcza krwi według wynalazku zawiera ultradźwiękowe urządzenie dopplerowskie, którego

jedno wyjście połączone jest za pośrednictwem przetwornika częstotliwość-napięcie i układu uśredniającego z wejściem układu różnicowego lub dzielącego. Drugie wyjście urządzenia dopplerowskiego połączone jest z drugim wejściem układu różnicowego lub dzielącego za pośrednictwem układu obróbki elektronicznej wytwarzającego sygnały napięciowe o amplitudach odwrotnie proporcjonalnych do odcinków czasowych przejścia sygnału częstotliwości dopplerowskiej przez poziom zerowy, oraz za pośrednictwem detektora dołączonego do wyjścia układu obróbki elektronicznej.

Przedmiot wynalazku zostanie bliżej objaśniony w przykładzie wykonania na rysunku przedstawiającym blokowy schemat urządzenia do rozpoznania zaburzenia przepływu cieczy.

Urządzenie według wynalazku zawiera ultradźwiękowe urządzenie dopplerowskie 1 połączone z przetwornikiem częstotliwość-napięcie 2. Sygnał wyjściowy z przetwornika 2 doprowadzony jest poprzez układ uśredniający 3 do układu różnicowego 4. Drugie wejście układu różnicowego 4 połączone jest z wyjściem detektora 6 dołączonego do wyjścia układu obróbki elektronicznej 5 wytwarzającego sygnały napięciowe o amplitudach odwrotnie proporcjonalnych do odcinków czasowych przejścia sygnału częstotliwości dopplerowskiej przez poziom zerowy. Wejście układu obróbki elektronicznej 5 połączone jest z wyjściem ultradźwiękowego urządzenia dopplerowskiego 1. Wyjście układu różnicowego 4 połączone jest z urządzeniem rejestrującym 7.

W typowym ultradźwiękowym urządzeniu dopplerowskim 1 do pomiaru przepływu krwi, wytwarza się sygnał o częstotliwości dopplerowskiej, który zostaje następnie doprowadzony do przetwornika częstotliwość-napięcie 2. Przetwornik ten wytwarza sygnał napięciowy, proporcjonalny do wprowadzonej częstotliwości dopplerowskiej (sygnały napięciowe można zastąpić sygnałami prądowymi). Uzyskany sygnał napięciowy zostaje z kolei uśredniony w układzie uśredniającym 3 dzięki czemu uzyskuje się średnią częstotliwość dopplerowską. Sygnał ten zostaje doprowadzony do układu różnicowego 4.

Jednocześnie sygnał o częstotliwości dopplerowskiej zostaje z ultradźwiękowego urządzenia dopplerowskiego doprowadzony do układu obróbki elektronicznej 5, gdzie zostają wytworzone sygnały napięciowe o amplitudach odwrotnie proporcjonalnych do odcinków czasowych przejścia sygnału częstotliwości dopplerowskiej przez poziom zerowy. Dzięki temu uzyskuje się sygnały napięciowe, których amplituda jest proporcjonalna do częstotliwości przejścia sygnału częstotliwości dopplerowskiej przez poziom zerowy. Na wyjściu układu obróbki elektronicznej 5 otrzymuje się sygnał napięciowy zmieniający się proporcjonalnie do chwilowej częstotliwości dopplerowskiej. Ponieważ przy przepływie zaburzonym zmiany te są bardzo szybkie, sygnał napięciowy zostaje poddany detekcji w detektorze 6. Jest to detektor, który uśrednia w czasie obwiednię maksymalnych częstotliwości dopplerowskich. Dzięki temu do układu różnicowego 4 doprowadzony jest sygnał napięciowy proporcjonalny

do chwilowej maksymalnej prędkości przepływu krwi.

Po odjęciu w układzie różnicowym 4 sygnałów i układu uśredniającego 3 otrzymuje się sygnał, którego wielkość jest proporcjonalna do różnicy między częstotliwością maksymalną a częstotliwością średnią widma częstotliwości dopplerowskich.

W przypadku przepływu laminarnego różnica ta jest niewielka np. dwukrotna dla przepływów stacjonarnych, natomiast w przypadku przepływu zaburzonego staje się kilkakrotnie większa.

Sygnał z układu różnicowego 4 doprowadza się do urządzenia rejestrującego 7, którym może być pisak lub lampa oscyloskopowa względnie kineskopowa. W przypadku np. pisaka otrzymuje się w czasie rzeczywistym zapis 8, który bezpośrednio pozwala rozpoznać zaburzenie przepływu. W przypadku zastosowania pisaka wielośladowego można wówczas na drugim śladzie otrzymać zapis 9 sygnału doprowadzonego bezpośrednio z układu uśredniającego 3, który pokazuje średnią prędkość przepływającej krwi. Można również w analogiczny sposób sygnał z detektora 6 doprowadzić do urządzenia rejestrującego 7 z pominięciem układu różnicowego 4. Otrzymuje się wtedy zapis sygnału proporcjonalnego chwilowej maksymalnej prędkości przepływu krwi.

Do powyższych układów pomiarowych można zastosować dodatkowo elektrokardiograf 10, który na papierze pisaka rysuje ślad sygnału EKG 11.

W ten sposób uzyskuje się pełną informację o przepływie krwi w naczyniu lub w sercu, szczególnie cenną gdy przepływ zaburzony występuje tylko w części cyklu pracy serca. Zapisy 8, 9 pozwalają stwierdzić, w jakim okresie pracy serca np. w skurczu lub rozkurczu, następuje zaburzenie przepływu krwi oprócz wielkości samego przepływu, którą odczytuje się z zapisu 11.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób rozpoznania zaburzenia przepływu cieczy, zwłaszcza krwi, na podstawie widma częstotliwości uzyskanego z ultradźwiękowego urządzenia dopplerowskiego, **znamienny** tym, że wytwarza się sygnał napięciowy lub prądowy odpowiadający odwrotnościom najkrótszych odcinków czasowych przejść częstotliwości dopplerowskiej przez poziom zerowy, po czym znajduje się różnicę lub iloraz pomiędzy wartościami tego sygnału oraz jednocześnie wytworzonego sygnału napięciowego lub prądowego odpowiadającego średniej częstotliwości dopplerowskiej.

2. Urządzenie do rozpoznania zaburzenia przepływu cieczy, zwłaszcza krwi zawierające ultradźwiękowe urządzenie dopplerowskie, **znamienne** tym, że wyjście ultradźwiękowego urządzenia dopplerowskiego (1) połączone jest z przetwornikiem częstotliwość-napięcie (2), którego sygnał wyjściowy poprzez układ uśredniający (3) doprowadzony jest do układu różnicowego lub dzielącego (4), którego drugie wejście połączone jest z wyjściem detektora (6), dołączonego do wyjścia układu obróbki elektronicznej (5), wytwarzającego sygnały napię-

ciowe o amplitudach odwrotnie proporcjonalnych do odcinków czasowych przejścia sygnału częstotliwości dopplerowskiej przez poziom zerowy, przy czym wejście układu obróbki elektronicznej (5) po-

łączone jest z wyjściem ultradźwiękowego urządzenia dopplerowskiego (1), natomiast wyjście układu różnicowego lub dzielącego (4) połączone jest z urządzeniem rejestrującym (7).

